

**COPEPODOS CALANOIDES EPIPLANCTONICOS DEL
DOMO DE COSTA RICA
(JULIO - AGOSTO, 1982)**

**EPIPLANKTONIC CALANOID COPEPODS FROM
THE COSTA RICA DOME
(JULY - AUGUST, 1982)**

Eduardo Suárez M.
Rebeca Gasca S.

Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C.
Apartado Postal 886
Cancún, Quintana Roo, México

Suárez M., E. y Gasca S., R. Copépodos calanoides epiplanctónicos del Domo de Costa Rica (julio-agosto, 1982). *Epiplanktonic Calanoid Copepods from the Costa Rica Dome (July-August, 1982)*. *Ciencias Marinas*, 15(1):89-102, 1989.

RESUMEN

En este trabajo se analiza la composición, la distribución general y la abundancia de las especies de copépodos calanoides recolectados en la región del Domo de Costa Rica, durante el crucero DOMOIV en julio-agosto de 1982. Se determinan elevadas densidades de ciertas especies herbívoras y también la presencia de algunas especies de aguas profundas en relación con el fenómeno de surgencia en el Domo de Costa Rica.

ABSTRACT

In this work, the composition, general distribution and abundance of the pelagic calanoid copepods collected at the Costa Rica Dome region during the DOMOIV cruise (July-August, 1982), is analyzed, determining high abundances of some herbivore species and the presence of certain deep-water copepods, regarding the upwelling of the Costa Rica Dome.

INTRODUCCION

Debido a la elevada importancia de los copépodos dentro de la dinámica biológica del ecosistema marino, constituyen un grupo muy estudiado por los planctólogos en todos los mares y océanos del mundo.

Los copépodos pelágicos del Océano Pacífico han sido extensamente estudiados; destacan los trabajos de Esterly (1905, 1906, 1911), Mori (1937), Wilson (1950), Vervoort (1946), Davis (1949), Tanaka (1953), Bowman (1955), Grice (1968) y Park (1968). Es necesario destacar que las regiones trópico-ecuatoriales son las que menos atención han recibido

INTRODUCTION

Due to the high importance of copepods within the biological dynamics of the marine ecosystem, they constitute a very studied group by the planktologists in all the oceans and seas around the world.

Pelagic copepods of the Pacific Ocean have been extensively studied; remarkable works are by Esterly (1905, 1906, 1911) Mori (1937), Wilson (1950), Vervoort (1946), Davis (1949), Tanaka (1953), Bowman (1955), Grice (1968) and Park (1968). It is necessary to emphasize that the tropic-equatorial regions are the least studied regarding the composi-

en cuanto al estudio de la composición y dinámica de la comunidad de copépodos, en el Pacífico Tropical Oriental pueden mencionarse los trabajos de Grice (1961), Fleminger y Hulsemann (1973), Arcos y Fleminger (1986) y de Chen (1986).

El Domo de Costa Rica es una región del Pacífico Tropical que resulta de gran interés desde el punto de vista oceanográfico; algunos de los antecedentes sobre estudios del plancton de esta área en particular, son los trabajos de De la Torre (1982) acerca de los crustáceos decápodos planctónicos, de Claudín-Zabaraín (1984) acerca de la fertilidad de la zona, de Flores (1985) sobre las biomásas en el Domo de Costa Rica, el de Sánchez (1984) y Sánchez y Segura (1987) con referencia a los moluscos pelágicos y el de Sameoto (1987) acerca de los eufáusidos.

A principios de la década de los sesentas, la Comisión Interamericana del Atún Tropical realizó una serie de campañas oceanográficas abocadas fundamentalmente a ubicar la posición y establecer la extensión de la zona de surgencias del Domo de Costa Rica; se trata de determinar también el efecto de las masas de agua que inciden en la región sobre la distribución de la biota marina local (Holmes, 1959; Holmes and Maurice, 1960).

En este trabajo se determina la composición, la abundancia y la distribución general de algunos copépodos calanoides epipelágicos en la región del Domo de Costa Rica, y se analiza su relación con el fenómeno de surgencia que caracteriza esta zona.

AREA DE ESTUDIO

El Domo de Costa Rica es un área de aproximadamente 400km² de superficie, con su centro localizado cerca de los 8°N y 89°W, en la región oriental del Pacífico Tropical, frente a las costas de Costa Rica y de Nicaragua (Cromwell, 1958) (Fig. 1).

Se ha denominado Domo por su estructura térmica anticlinal y se encuentra en el extremo oriental del límite termal que separa a la Corriente Norecuatorial.

tion and dynamics of the copepod community. The works of Grice (1961), Fleminger and Hulsemann (1973), Arcos and Fleminger (1986) and Chen (1986) on the copepods from the East Tropical Pacific can also be mentioned.

The Costa Rica Dome is a region located within the Tropical Pacific and is of great interest from an oceanographic point of view. Some antecedents of plankton studies in this particular area are the works of De la Torre (1982) about planktonic decapod crustaceans, of Claudín-Zabaraín (1984) on the Dome oceanic fertility, of Flores (1985) dealing with zooplanktonic biomasses, of Sánchez (1984) and Sánchez and Segura (1987) on pelagic mollusca, and the study of Sameoto (1987) about the euphausiid fauna of the Dome.

In the beginning of the sixties decade, the Interamerican Tropical Tuna Commission made several oceanographic campaigns, mainly in order to locate and determine the extension of the upwelling of the Costa Rica Dome; an attempt is also made to determine the effects of the water masses on the local marine biota (Holmes, 1959; Holmes and Maurice, 1960).

In the present work, the composition, abundance and general distribution of some epipelagic calanoid copepods in the Costa Rica Dome region, are determined, and their relationship with the upwelling featuring this zone, is analyzed.

STUDY AREA

The Costa Rica Dome is an area of approximately 400km²; its center is located near the 8°N and 89°W in the Eastern Tropical Pacific, off the Costa Rican and Nicaraguan coasts (Cromwell, 1950) (Fig. 1).

It has been denominated "Dome" because of its thermic anticlinal structure; it is near the western end of the thermal boundary separating the Norcuatorial Current.

Wyrtki (1964) determines that the Costa Rica Dome is originated by the deflection -northwards- of the Countercurrent when

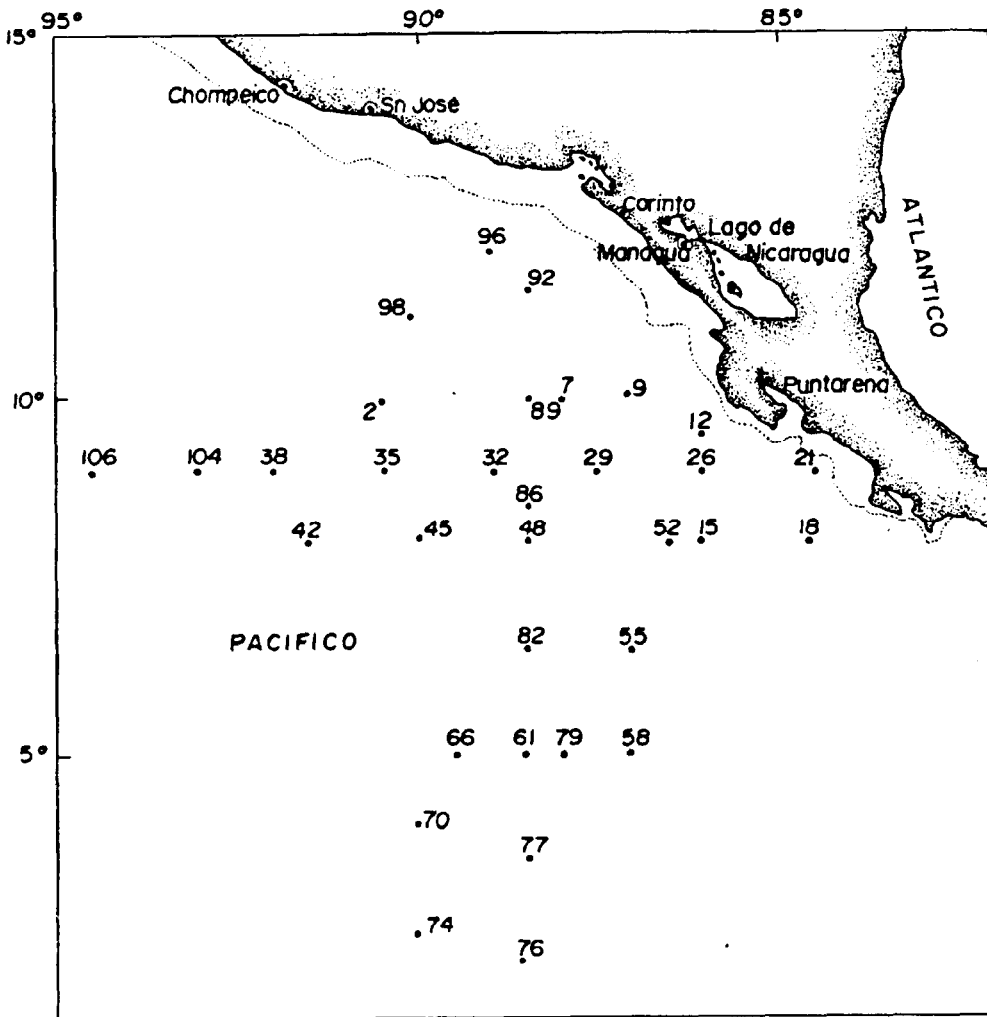


Figura 1. Localización del área de estudio y de las estaciones de muestreo durante el crucero DOMO IV.

Figure 1. Location of the study area and of the sampling stations during the DOMO IV cruise.

Wyrki (1964) establece que el Domo se origina por la deflección -hacia el N- de la Contracorriente al arribar a la zona costera, formando así la Corriente Costanera de Costa Rica, que junto con el flujo hacia el W de la Corriente Norecuatorial, completa una circulación ciclónica. La divergencia asociada con esta rotación crea un movimiento de surgencia, que tiene un máximo de intensidad en el período mayo-octubre.

reaching the coastal zone, forming this way the Costanera Current of Costa Rica, that united with the westward flow of the Norecuatorial Current, completes a cyclonic circulation in the zone.

The associated divergence to this rotation, creates an upwelling movement with a maximum of intensity during the May-October period.

En relación con el proceso de la surgencia en el Domo de Costa Rica, Blackburn (1970), indica -con base en la estructura física de las masas de agua- que el afloramiento se presenta en todas las estaciones del año.

METODOLOGIA

El material zooplañctónico analizado en este estudio fue obtenido durante la campaña oceanográfica "DOMO IV" realizada por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en la región del Domo de Costa Rica durante julio-agosto de 1982.

El derrotero efectuado fue para detectar la zona de afloramiento mediante diagramas T-S, y una vez localizada, se intensificaron ahí los muestreos. Las recolectas de zooplankton se realizaron con una red tipo CalCOFI de 1m de diámetro en la boca, con una malla filtrante de 0.30mm y un flujómetro TSK-946 para determinar el volumen de agua filtrada; los arrastres fueron oblicuos, básicamente por arriba de los 215m.

La ubicación de las estaciones de muestreo en el Domo de Costa Rica se encuentra representada en la Figura 1.

De la muestra total se separaron los copépodos calanoides bajo el microscopio de disección. Una vez separados se realizó la identificación y conteo de los organismos aplicando las metodologías auxiliares resumidas por Omori y Fleminger (1976) para el estudio, manejo y preservación de los crustáceos planctónicos.

Las muestras de plancton correspondientes al crucero DOMO IV, se encuentran depositadas en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias, UNAM, y los datos fisicoquímicos son procesados por el Laboratorio de Oceanografía Física del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

RESULTADOS

Las temperaturas superficiales asociadas con la surgencia durante el período muestreado variaron de 23.7 a 24.6°C y las salinidades

Regarding the upwelling process in the Costa Rica Dome, Blackburn (1970) indicates -basing his statement on the physical structure of the water masses- that the upwelling is present during all seasons year-round.

METHODOLOGY

The zooplanktonic material analyzed in this study was obtained during the oceanographic cruise "DOMO IV", realized by the National University of Mexico (UNAM) in the Costa Rica Dome region during July-August, 1982.

The track was determined to detect the upwelling zone by T-S diagrams, and once it was located, sampling was intensified. Zooplankton sampling was carried out using a CalCOFI net with 0.33mm filtering mesh and a TSK-946 flowmeter; hauls were oblique, mainly above the 215m depth. The location of the sampling sites at the Costa Rica Dome during the "DOMO IV" cruise, is presented in Figure 1.

Calanoid copepods were sorted from the entire sample, under a dissection microscope. Once sorted, the individuals were identified and then counted, applying the auxiliary methodologies compiled and described by Omori and Fleminger (1976) for the taxonomical study, handling and preservation of planktonic crustaceans.

The plankton samples from the "DOMO IV" cruise are kept in the Laboratorio de Invertebrados de the Facultad de Ciencias, UNAM. Physicochemical data are being processed by the Laboratorio de Oceanografía Física of the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

RESULTS

Surface temperatures related with the upwelling during this cruise ranged from 23.7 to 24.6°C and salinity from 34.67 to 35.10⁰/₀₀. The tropical surface water mass surrounding the Dome had temperatures over 26.7°C and lower salinity values.

de 34.67 a 35.10‰/‰. La masa de agua superficial tropical alrededor del Domo presenta temperaturas superiores a los 26.7°C y valores de salinidad menores.

El análisis taxonómico de los copépodos pelágicos recolectados durante la campaña DOMO IV en el Domo de Costa Rica, permitió la identificación de un total de 41 especies pertenecientes al Orden Calanoida (Tabla I).

Las especies más comunes en el área de estudio fueron, en orden descendente: *Eucalanus subtenuis*, *Eucalanus sewelli*, *Rhincalanus nasutus*, *Nannocalanus minor*, *Euchaeta marina*, *Scolecithrix danae*, *Neocalanus robustior*, *Gaetanus miles* y *Candancia pachydactyla*; todas ellas presentaron elevadas densidades (+ de 3500ind/1000m³) y una amplia distribución en el área de estudio.

Es notable que las mayores densidades de *E. subtenuis*, *E. sewelli*, *R. nasutus*, *N. minor*, y *S. danae*, se localizaron en la parte central del área de estudio, es decir, en la zona de mayor influencia de las aguas surgentes del Domo de Costa Rica; en los mapas de distribución y abundancia correspondientes a cada una de estas especies herbívoras (Figs. 2-6), solamente se señalan aquellas estaciones donde sus densidades alcanzaron valores superiores a los 5000ind/1000m³.

Dentro de la composición general de los copépodos pelágicos del Domo de Costa Rica, aparecieron algunas especies que son propias de profundidades meso y batipelágicas, como *Augaptilus longicaudatus*, *Aetidopsis rostrata*, *Euchaeta tonsa*, *Euchirella brevis*, *Haloptilus acutifrons* y *Valdiviella brevicornis*, de acuerdo con lo señalado por autores como Rose (1933), Owre y Foyo (1967), Park (1976), y Brinton *et al.* (1986).

DISCUSION

La mayor parte de las especies registradas en este estudio han sido observadas previamente en las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico; sin embargo, es interesante mencionar el hecho de que la riqueza de especies de copépodos -comúnmente muy elevada en estas regiones (Arcos y Fleminger,

The taxonomic analysis of the calanoid pelagic copepods collected during the "DOMO IV" cruise in the Costa Rica Dome region, allowed the identification of 41 species (Table I).

The most common species in the studied area were, in a decreasing order: *Eucalanus subtenuis*, *Eucalanus sewelli*, *Rhincalanus nasutus*, *Nannocalanus minor*, *Euchaeta marina*, *Scolecithrix danae*, *Neocalanus robustior*, *Gaetanus miles* and *Candancia pachydactyla*; all of them showed high densities (+ 3500ind/1000m³) and a wide distribution in the studied area.

It is remarkable that the larger densities of *Eucalanus subtenuis*, *Eucalanus sewelli*, *Rhincalanus nasutus*, *Nannocalanus minor* and *Scolecithrix danae* were located in the central part of the study area, that is to say, in the zone of high influence of the upwelling in the Costa Rica Dome. In the figures where the distribution and abundance is presented for each one of these herbivore species (Figs. 2-6), only those stations where their densities exceeded 5000 individuals per 1000m³ (ind/1000m³) are marked.

Within the general composition of the calanoid pelagic copepods collected at the Costa Rica Dome, some species characteristic of meso and bathypelagic depths -according to Rose (1933), Owre and Foyo (1967), Park (1976) and Brinton *et al.* (1986)- were found, namely: *Augaptilus longicaudatus*, *Aetidopsis rostrata*, *Gaetanus miles*, *Euchaeta tonsa*, *Euchirella brevis*, *Haloptilus acutifrons* and *Valdiviella brevicornis*.

DISCUSSION

The main part of the species registered in this study have been previously observed in equatorial waters of the Pacific Ocean; however, it is interesting to mention that the number of copepod species -usually very elevated in these regions (Arcos and Fleminger, 1986)- was not as high as it could be expected. It seems that the particular oceanographic conditions of the Dome have to do with it. As Margalef (1971) and Raymont (1983) point out, a community dominated by herbivorous

Tabla I. Copépodos calanoides registrados en el Domo de Costa Rica (julio-agosto, 1982).
Table I. Calanoid copepods recorded in the Costa Rica Dome (July-August, 1982).

<i>Calanus tenuicornis</i>	<i>Euchaeta tonsa</i>
<i>C. pauper</i>	<i>Valdiviella brevicornis</i>
<i>Neocalanus gracilis</i>	<i>Phaenna spinifera</i>
<i>Nannocalanus minor</i>	<i>Scolecithrix danae</i>
<i>Undinula vulgaris</i>	<i>S. bradyi</i>
<i>Eucalanus subtenuis</i>	<i>Amallothrix gracilis</i>
<i>E. sewelli</i>	<i>Temora discaudata</i>
<i>E. mucronatus</i>	<i>Pleuromamma abdominalis</i>
<i>Rhincalanus rostrifrons</i>	<i>P. gracilis</i>
<i>R. nasutus</i>	<i>P. piseki</i>
<i>Acrocalanus monachus</i>	<i>Centropages furcatus</i>
<i>Calocalanus pavo</i>	<i>C. calaninus</i>
<i>Gaetanus minor</i>	<i>Lucicutia flavicornis</i>
<i>G. miles</i>	<i>L. gemina</i>
<i>Euchirella brevis</i>	<i>Augaptilus longicaudatus</i>
<i>Undeuchaeta major</i>	<i>Haloptilus acutifrons</i>
<i>Aetidopsis rostrata</i>	<i>H. ornatus</i>
<i>Euchaeta marina</i>	<i>Candacia pachydactyla</i>
<i>Euchaeta longicornis</i>	<i>C. varicans</i>
<i>Euchaeta media</i>	<i>Pontella agassizi</i>
	<i>Acartia danae</i>

1986)- no fue lo elevada que pudiera esperarse. Al parecer, la influencia del afloramiento en el Domo de Costa Rica tiene que ver en ello.

Margalef (1971) y Raymont (1983) indican que alrededor de una zona de surgencia se desarrolla una comunidad dominada por organismos herbívoros, disminuyendo en tal área la riqueza de especies; en el Domo de Costa Rica, una zona de surgencia (Wyrski, 1964), se puede observar algo similar para el caso de los copépodos pelágicos, dominando ampliamente géneros herbívoros como *Eucalanus*, *Rhincalanus*, *Nannocalanus* y *Scolecithrix*. Así *E. sewelli*, *R. nasutus* y *S. danae*, son especies cuya distribución y abundancia en el área de estudio parecen estar asociadas con las condiciones de alta productividad del Domo de Costa Rica.

Este hallazgo se ve apoyado por los resultados de Claudín-Zabaraín (1984) en cuanto a la elevada fertilidad de la zona y de Flores (1985) en relación con la distribución

organismos is developed around an upwelling zone, and the number of species tends to diminish. In the Costa Rica Dome, an upwelling area, herbivorous copepod genera like *Eucalanus*, *Rhincalanus* and *Nannocalanus* widely dominate. So, *E. sewelli*, *R. nasutus* and *S. danae* are species whose distribution and abundance seem to be related with the high-productivity conditions of the Dome.

This assertion could be supported by the results obtained by Claudín-Zabaraín (1984) regarding the zones of highest fertility and by Flores (1985) related with the zooplankton biomass -largely dominated by copepods- within the Costa Rica Dome; this author has registered the highest values of zooplanktonic biomass mainly in the central portion of the Dome, where the area of upwelling influence was detected. Furthermore, Sameoto (1987) indicates that the euphausiid biomasses determined in the Costa Rica Dome are the largest registered in the Eastern Tropical Pacific, and are also related to the upwelling process.

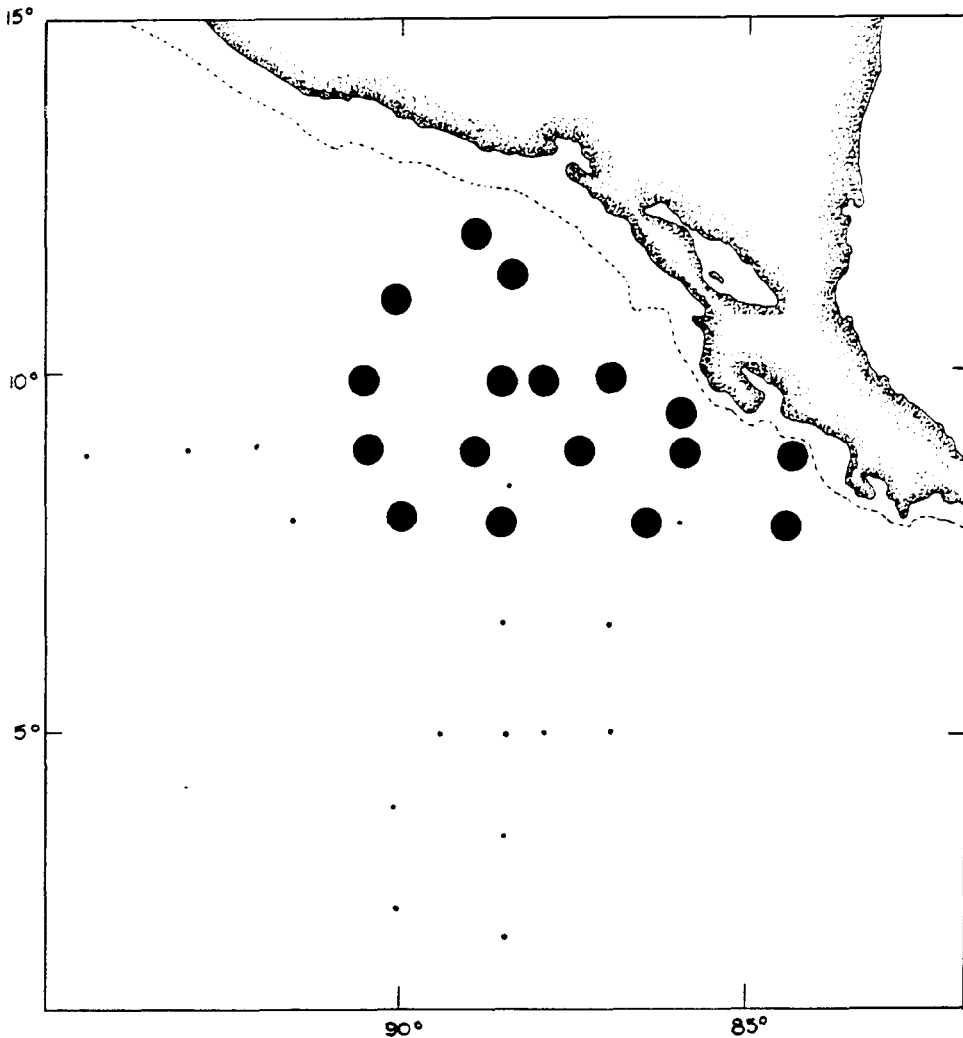


Figura 2. Distribución de las mayores densidades ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) de *Eucalanus subtenuis* en el área de estudio.

Figure 2. Distribution of the highest densities ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) of *Eucalanus subtenuis* in the study area.

de las biomásas zooplanctónicas totales -en que dominan ampliamente los copéodos-, dentro de la región del Domo de Costa Rica; esta autora registra los mayores valores de biomásas de zooplancton precisamente en la zona central del Domo, donde se detectó el área de influencia de las aguas surgentes. Sameoto (1987) indica además que la biomasa

Thus, the high densities -more than $80,000\text{ind}/1000\text{m}^3$ in some cases- found for certain species of pelagic copepods in this area, could be regarded as an indication of the influence of the upwelling waters not only on the secondary production but on the general productivity characteristic of a zone with these features.

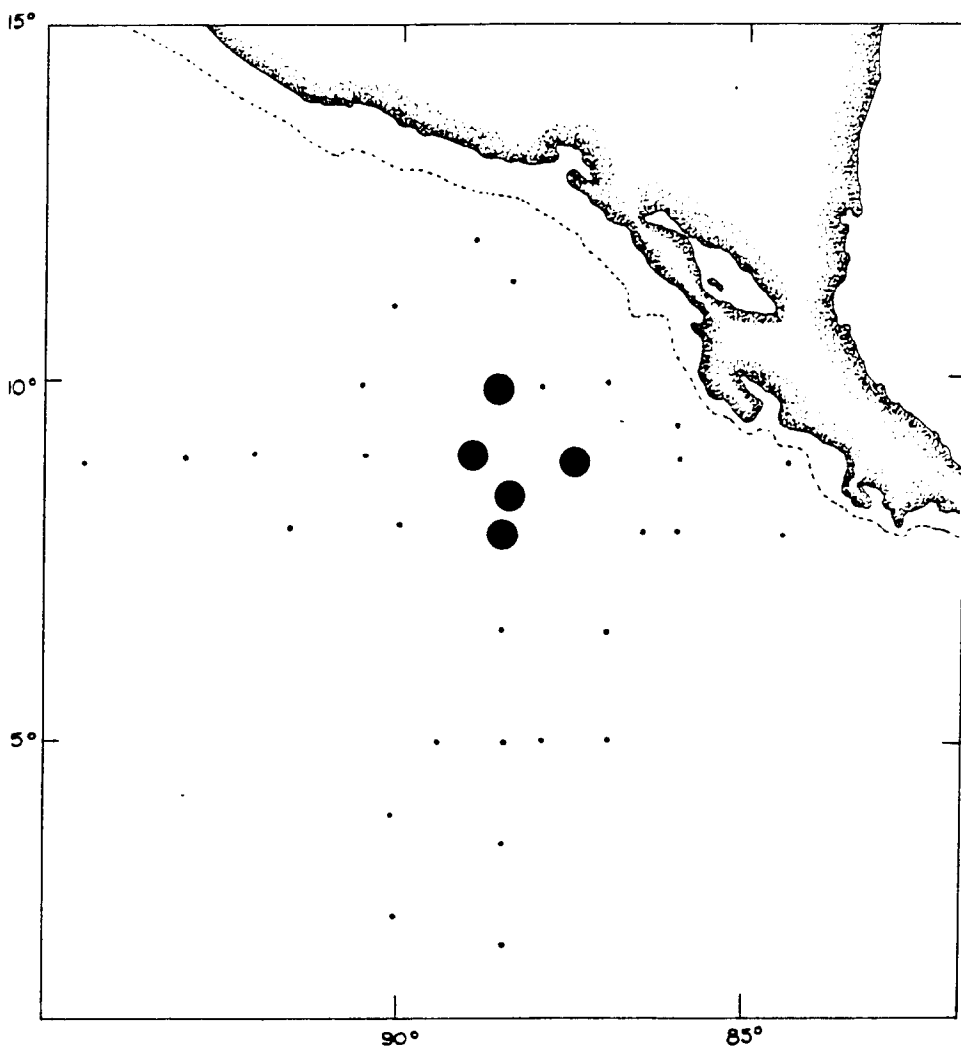


Figura 3. Distribución de las mayores densidades ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) de *Eucalanus sewelli* en el área de estudio.

Figure 3. Distribution of the highest densities ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) of *Eucalanus sewelli* in the study area.

de los eufáusidos determinada en el Domo de Costa Rica es la mayor registrada en el Pacífico Tropical Oriental, y que está asociada al proceso de afloramiento.

Así, las elevadas densidades -más de $80,000\text{ind}/1000\text{m}^3$ en algunos casos- encontradas para estas especies herbívoras de copépodos pelágicos en el Domo de Costa Rica, podrían considerarse asociados a la influencia

The study area receives the influence of water masses mainly originated in the Equatorial Countercurrent, the Costanera Current -which is of low temperature- and the South-equatorial Current. The first and the third ones confer to the zone a strong tropic-equatorial faunistic characterization. Most of the species of pelagic calanoid copepods collected in the study area during the studied period, are of tropic-equatorial affinities.

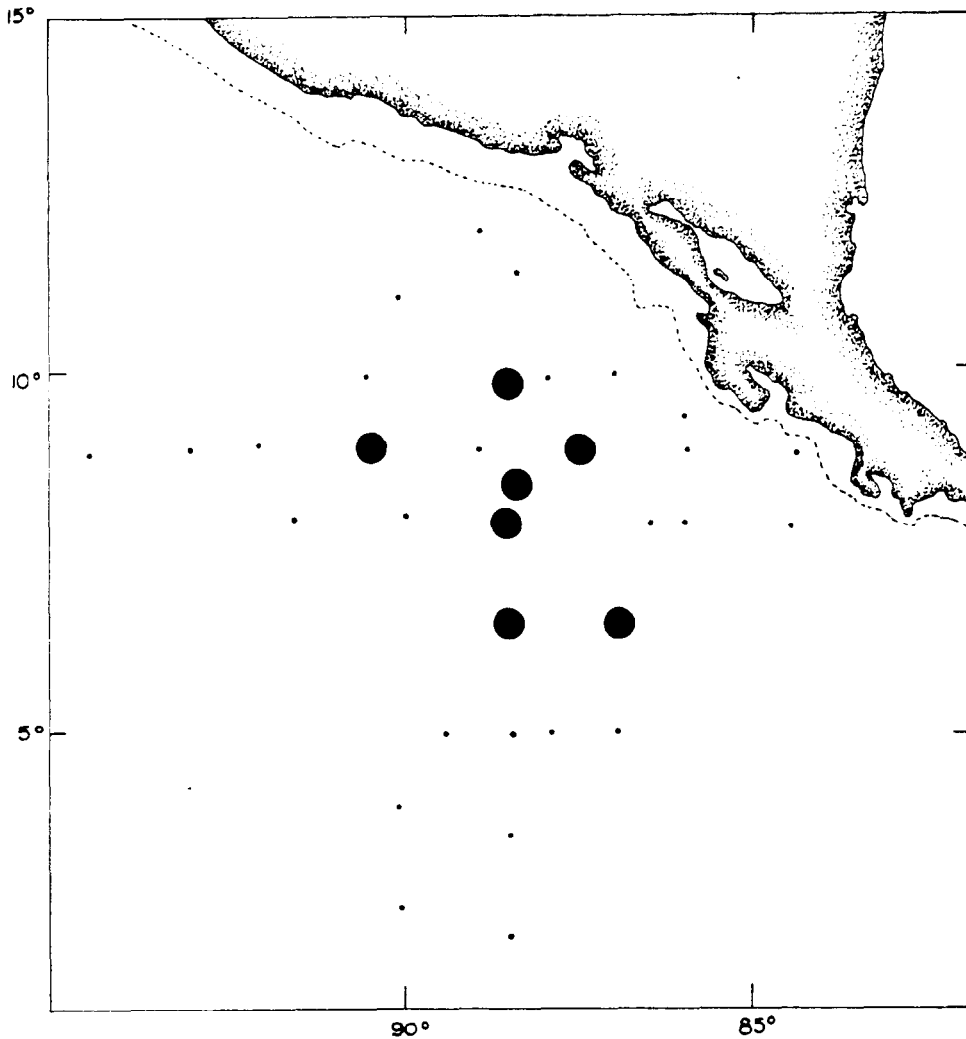


Figura 4. Distribución de las mayores densidades ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) de *Rhincalanus nasutus* en el área de estudio.

Figure 4. Distribution of the highest densities ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) of *Rhincalanus nasutus* in the study area.

de las aguas surgentes en la producción secundaria y en la productividad general que caracteriza a una zona con esta particularidad oceanográfica.

En el área de estudio, influyen masas de agua provenientes fundamentalmente de la Contracorriente Ecuatorial, de la Corriente Costanera -que es fría- y de la Corriente Sud-eccuatorial; la primera y la tercera confieren

The finding of some meso and bathypelagic species, as those mentioned above, within the epipelagic zone of the Dome, could be attributed to the upwelling effect and its contribution to the local faunistic composition; however, it is necessary to consider that some of these species as *H. acutifrons*, *G. miles* and *E. brevis*, present wide vertical migrations (Rose, 1933; Owre and Foyo, 1967; Chen, 1986) and its presence in the upper layers

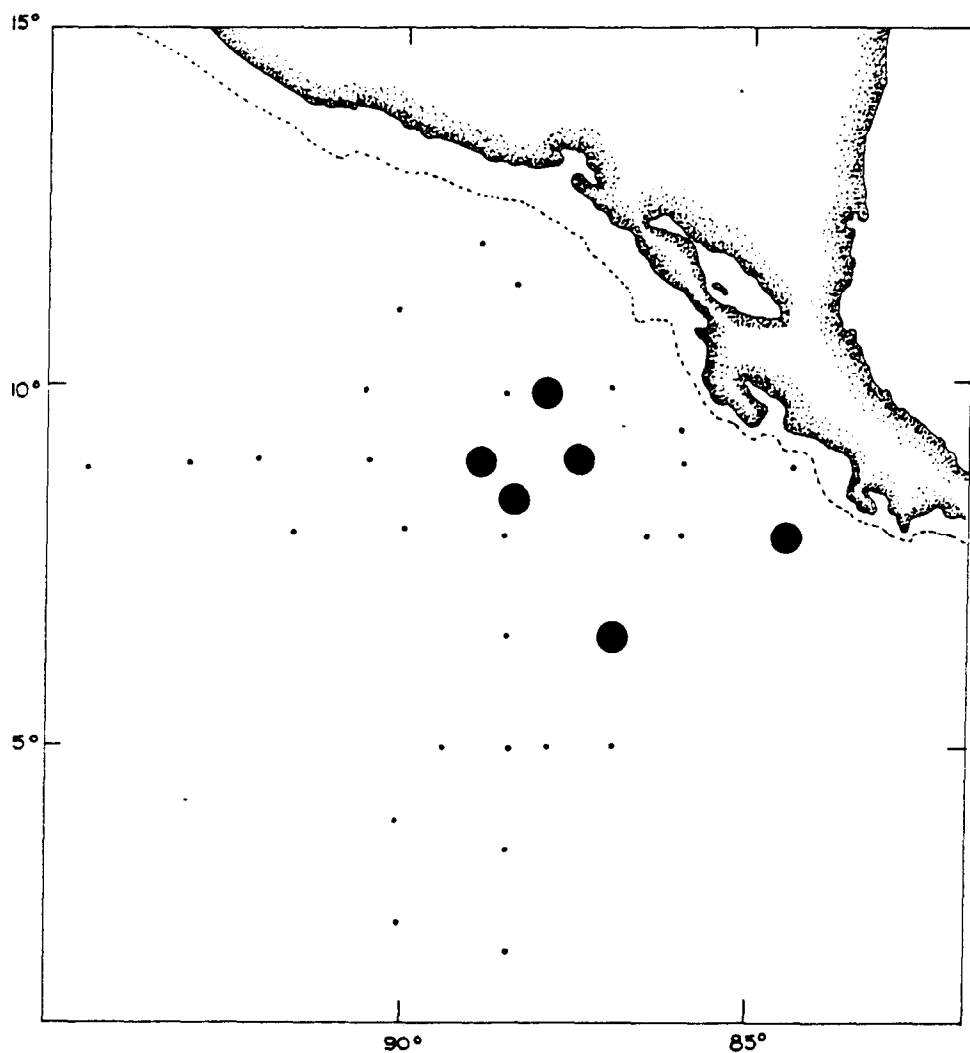


Figura 5. Distribución de las mayores densidades ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) de *Nannocalanus minor* en el área de estudio.

Figure 5. Distribution of the highest densities ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) of *Nannocalanus minor* in the study area.

una fuerte caracterización faunística trópico-ecuatorial a la zona. La mayor parte de las especies de copépodos pelágicos registradas en el Domo de Costa Rica durante el período estudiado, son de afinidad trópico-ecuatorial.

El hallazgo de varias especies meso y batipelágicas, como las antes mencionadas, en los estratos superficiales del Domo de Costa Rica, podría atribuirse al efecto de la surgen-

could be only a part of their migrational ranges. For many copepod species, these ranges are not known. Other species, as *E. ionsa* and *V. brevicornis* have been registered only in meso and bathypelagic depths (Owre and Foyo, 1967; Grice, 1970; Brinton *et al.*, 1986), and it is possible that they have been vertically transported by the upwelling toward the upper layers. Nevertheless, more evidence is required on the subject.

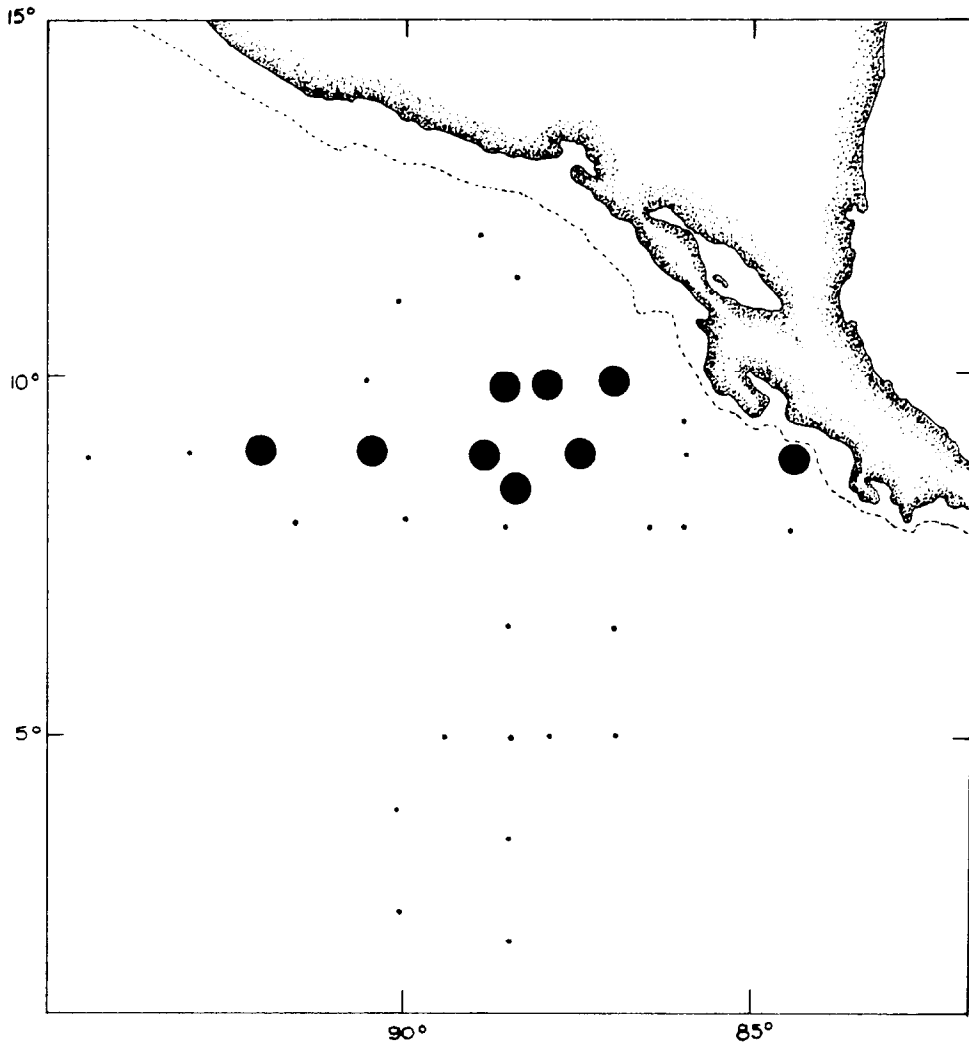


Figura 6. Distribución de las mayores densidades ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) de *Scolecithrix danae* en el área de estudio.

Figure 6. Distribution of the highest densities ($+ 5000\text{ind}/1000\text{m}^3$) of *Scolecithrix danae* in the study area.

cia y su contribución a la composición faunística de la localidad, sin embargo, es necesario considerar que algunas de estas especies como *H. acutifrons*, *G. miles* y *E. brevis* presentan amplias migraciones verticales (Rose, 1933; Owre y Foyo, 1967; Chen, 1986) y su presencia en la zona epipelágica no sea sino parte de su rango migracional, que es desconocido para muchas especies de copéodos.

On the other hand, and regarding the date and region at which the DOMOIV took place, it is necessary to mention that Dossier and Donguy (1987) report strong changes in the copepod community of the Eastern Tropical Pacific during the 1982-1983 "El Niño". These anomalies were not registered during the DOMOIV cruise; as Halpern *et al.*, (1983) point out, in the zone near the Costa Rica Dome, "El Niño"'s effects started in late

Otras especies, como *E. tonsa* y *V. brevicornis* solamente han sido registradas (Owre y Foyo, 1967; Grice, 1970; Brinton *et al.*, 1986) en profundidades meso y batipelágicas y es posible que hayan sido transportadas verticalmente hacia las capas superficiales por efecto de las aguas en ascenso, sin embargo, se requeriría un estudio más específico sobre el particular.

Por otra parte, y dadas la fecha y la región en que se realizó el crucero DOMOIV, es necesario destacar que Dossier y Donguy (1987) registran fuertes alteraciones causadas por "El Niño" en las poblaciones de copépodos del Pacífico Tropical Oriental en 1982-1983. Estas anomalías no fueron registradas en el DOMOIV ya que, de acuerdo con Halpern *et al.* (1983), en la región cercana al Domo de Costa Rica, el fenómeno del Niño inició a fines de agosto y el crucero se efectuó entre julio y agosto de 1982.

Al ser una zona de elevada productividad, en el Domo de Costa Rica se requiere profundizar más en el estudio de las comunidades zooplanctónicas en relación con otros factores, como la productividad primaria, y sobre todo, con la fenología de la surgencia en el Domo y su impacto en los niveles tróficos superiores, debido a la gran importancia económica que tiene para la región centroamericana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a Lourdes Segura P. y María Ana Fernández A. de la Facultad de Ciencias, UNAM, por haber facilitado amablemente el material zooplanctónico del crucero "DOMO IV". Al Laboratorio de Oceanografía Física del I.C.M. y L. de la UNAM por proporcionar los datos fisicoquímicos necesarios.

LITERATURA CITADA

Blackburn, M., Laurs, R.M., Owen, R.W. and Zeitzschel, B. (1970) Seasonal and Areal Changes in Standing Stocks of Phytoplankton, Zooplankton and Micronekton in the Eastern Tropical Pacific. *Mar. Biol.*, 7(1): 413-422.

August, and the DOMOIV cruise took place during July-August, 1982.

Being a high productivity zone, the Costa Rica Dome deserves a deeper study on its zooplankton communities regarding the primary productivity and the seasonal changes of the upwelling and its effect on the upper trophic levels, mainly because it is economically very important for the Central American region.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors wish to thank Lourdes Segura P. and María Ana Fernández A., of the Facultad de Ciencias, UNAM, for kindly granting the zooplanktonic material from the "DOMO IV" cruise. Also, to the Laboratory of Physical Oceanography of the Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, for making available the physicochemical data of the cruise.

English translation by the author.

Bowman, T.E. (1955) A New Copepod of the Genus *Calanus* from the Northeastern Pacific with Notes on *Calanus tenuicornis* DANA. *Pac. Sci.*, 9(4): 413-422.

Brinton, E., Fleminger, A. and Siegel-Causey, P. (1986) The Temperate and Tropical Planktonic Biotas of the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, Vol. XXVII: 228-266.

Chen, Y.Q. (1986) The Vertical Distribution of Some Pelagic Copepods in the Eastern Tropical Pacific. *CalCOFI Rep.*, Vol. XXVII: 205-227.

Claudín-Zabaraín, J. (1984) Estudios sobre la fertilidad de la zona del Domo de Costa Rica. Tesis Prof. Fac. Ciencias, UNAM, 109p.

Cromwell, T., Montgomery, R.B. and Stroup, E. (1954) Equatorial Undercurrent in Pacific Ocean Revealed by New Methods. *Science*, 119: 648-49.

- De la Torre, A. (1982) Distribución de los crustáceos decápodos planctónicos del Domo de Costa Rica. Tesis Prof. Fac. Ciencias, UNAM, 103p.
- Dossier, A. and Donguy, J.R. (1987) Modification of Copepod Population in Relation to Physical Properties During the 1982-83 El Niño. IOC Workshop Report No. 49, Annex III: 64.
- Esterly, C.O. (1905) The Pelagic Copepoda of the San Diego Region. Univ. of Calif. Publ. Zool., 2(4): 113-233.
- Esterly, C.O. (1906) Additions to the Copepod Fauna of the San Diego Region. Univ. of Calif. Publ. Zool., 3(5): 53-92.
- Esterly, C.O. (1911) Third Report on the Copepoda of the San Diego Region. Univ. of Calif. Publ. Zool., 6(14): 313-352.
- Fleminger, A. and Hulsemann, K. (1973) Relationship of Indian Ocean Epiplanktonic Calanoids to the World Oceans. Ecological Studies. Analysis and Synthesis. Vol. 3: 339-348.
- Flores, M. (1985) Determinaciones parciales y totales de las biomasas zooplanctónicas en el Domo de Costa Rica. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, UNAM, 97p.
- Grice, G. (1961) Calanoid Copepods from Equatorial Waters of the Pacific Ocean. Fish. Bull., 61: 171-246.
- Grice, G. (1968) Calanoid Copepods from Midwater Trawl Collection Made in the Southeastern Pacific Ocean. Pac. Sci., 22: 322-335.
- Grice, G. (1970) New Species of Bottom-Living Calanoid Copepods Collected in Deep-water by the DSRVALVIN. Bull. Mus. Comp. Zool., 139: 155-227.
- Halpern, D., Leetnaa, A., Hansen, D. and Philander, G. (1983) Oceanographic Observations of the 1982 Warming of the Tropical Eastern Pacific. Science., 221: 1174-1174.
- Holmes, R.W. (1958) Methods and Station Data in Physical, Chemical and Biological Oceanographic Observations Obtained on Exp. SCOPE in the Eastern Tropical Pacific., Nov.-Dec. 1956. Spec. Rept. Fisheries No. 279. U.S. Fish. and Wildlife Serv., 1-10.
- Holmes, R.W. and Maurice, B. (1960) Physical, Chemical and Biological Observations in the Eastern Tropical Pacific Ocean. SCOTT Exped. April-June, 1958. Spec. Scient. Rept. Fisheries No. 345. U.S. Fish and Wildlife Serv., 1-106.
- Margalef, R. (1971) The Pelagic Ecosystem of the Caribbean Sea. In: Symposium on Investigations and Resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions. UNESCO: 483-489.
- Mori, T. (1937) Pelagic Copepoda from the Neighbouring Waters of Japan. Yokendo Co. Tokyo., 150p. +80 pls.
- Omori, M. and Fleminger, A. (1976) Laboratory Methods for Processing Crustacean Zooplankton. In: H.F. Steedman (ed.), Zooplankton Fixation and Preservation. UNESCO Press: 281-286.
- Owre, H.B. and Foyo, M. (1967) Copepoda of the Florida Current. Fauna Caribbaea. No. 1. Crustacea I: Copepoda. Inst. of Mar. Sci. Univ. Miami, 137p.
- Park, T.S. (1968) Calanoid Copepods from the Central North Pacific Ocean. Fish. Bull., 66: 527-572.
- Raymont, J.E. (1983) Plankton and Productivity in the Oceans. Zooplankton. Pergamon Press Ltd., 660p.
- Rose, M. (1933) Copepodes Pelagiques. Fauna France, 26: 1-374.
- Sameoto, D., *et al.* (1987) Day/Night Vertical Distribution of Euphausiids in the Eastern Tropical Pacific. Mar. Biol., 96(2): 235-246.
- Sánchez, S. y Segura, L. (1987) Los moluscos pelágicos (Gastropoda: Heteropoda y Pteropoda) recolectados en el Domo de Costa Rica y regiones adyacentes. Mem. III Reunión Soc. Mex. Malac. y Conq. Monterrey, N.L.: 232-240.

Vervoort, W. (1946) Biological Results of the Snellius Expedition XV. The Bathypelagic Copepoda Calanoida of the Snellius Exped. I. Families: Calanoidae, Eucalanidae, Paracalanidae and Pseudocalanidae. *Temminckia*, 8: 1-181.

Wyrki, K. (1964) Upwelling on the Costa Rica Dome. U.S. Fish and Wildlife Service. *Fish. Bull.*, 63(2): 355-372.

Wilson, C.B. (1950) Copepods Gathered by the U.S. Fisheries Steamer "Albatross" from 1887 to 1909, Chiefly in the Pacific Ocean. *Bull. U.S. Natl. Mus.*, 100(4): 413-422.